

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND 537 247

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



DÉ03/02703

#2

REC'D	25 SEP 2003
WIPO	PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 56 528.7

Anmeldetag: 4. Dezember 2002

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Hochdruckpumpe für eine Kraftstoffeinspritz-  
einrichtung einer Brennkraftmaschine

IPC: F 02 M 59/06

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 11. September 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

*Stenzel*  
Stenzel

R. 304539

5 05.11.2002 Gu/Os

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10 Hochdruckpumpe für eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung einer Brennkraftmaschine

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Hochdruckpumpe für eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung einer Brennkraftmaschine nach der Gattung des Anspruchs 1.

20 Eine solche Hochdruckpumpe ist durch die DE 198 29 548 A1 bekannt. Diese Hochdruckpumpe weist eine Antriebswelle und wenigstens ein Pumpenelement mit einem durch die Antriebswelle in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben auf. Die Antriebswelle weist einen exzentrisch zu ihrer Drehachse ausgebildeten Wellenabschnitt auf, auf dem ein Ring drehbar gelagert ist. Der Pumpenkolben stützt sich über ein Stützelement am Ring ab. Die Drehbewegung der Antriebswelle wird über den Ring, der sich nicht mit der Antriebswelle mitdreht, in eine Hubbewegung des Pumpenkolbens umgewandelt. Im Kontaktbereich zwischen dem Ring und dem Stützelement wirken infolge des vom Pumpenkolben erzeugten Drucks hohe Kräfte. Zur weiteren Verbrauchs- und Schadstoffemissionsreduzierungen bei Brennkraftmaschinen werden immer höhere Drücke bei der Kraftstoffeinspritzung benötigt, die durch die

25

30

35

Hochdruckpumpe erzeugt werden müssen. Hierdurch steigt die Belastung der Bauteile der Hochdruckpumpe und der Verschleiß des Rings und des Stützelements nimmt zu. Außerdem werden zur Reduzierung der Schadstoffemission neue Kraftstoffe

entwickelt, die insbesondere wenig Schwefel enthalten, wobei jedoch die Schmiereigenschaften des Kraftstoffs verschlechtert werden. Aus diesem Grund kann unter Umständen keine ausreichende Lebensdauer der Hochdruckpumpe mehr gewährleistet werden.

5

#### Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Hochdruckpumpe mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 hat demgegenüber den Vorteil, dass die Verschleißbeständigkeit des Rings und des Stützelements derart verbessert ist, dass die Hochdruckpumpe auch bei der Erzeugung sehr hoher Drücke und bei geringer Schmierwirkung des Kraftstoffs eine ausreichende Lebensdauer erreicht.

10

In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Hochdruckpumpe angegeben.

15

#### Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 eine Hochdruckpumpe in einem Längsschnitt. Figur 2 die Hochdruckpumpe in einem Querschnitt entlang Linie II-II in Figur 1, Figur 3 einen in Figur 2 mit III bezeichneten Ausschnitt der Hochdruckpumpe mit einer ersten Ausführung von Mikrovertiefungen und die Figuren 4 bis 6 weitere Ausführungen von Mikroverfiefungen.

20

#### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In den Figuren 1 bis 6 ist eine Hochdruckpumpe für eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung einer Brennkraftmaschine beispielsweise eines Kraftfahrzeugs dargestellt, die als Radialkolbenpumpe ausgebildet ist. Durch die Hochdruckpumpe

30

35

wird dabei Kraftstoff unter Hochdruck von bis zu 2000 bar gefördert, beispielsweise in einen Speicher, aus dem Kraftstoff zur Einspritzung an der Brennkraftmaschine entnommen wird. Die Hochdruckpumpe weist ein Gehäuse 10 auf,  
5 in dem eine Antriebswelle 12 um eine Achse 13 drehbar gelagert ist. Im Gehäuse 10 sind wenigstens ein, vorzugsweise mehrere Pumpenelemente 14 angeordnet, die durch die Antriebswelle 12 angetrieben werden. Die Antriebswelle 12 weist einen exzentrisch zu ihrer Drehachse 13  
10 ausgebildeten Wellenabschnitt 16 auf, auf dem ein Ring 18 drehbar gelagert ist. Die Pumpenelemente 14 weisen jeweils einen Pumpenkolben 20 auf, der in einer zumindest annähernd radial zur Drehachse 13 der Antriebswelle 12 verlaufenden Zylinderbohrung 22 verschiebbar dicht geführt ist. Der  
15 Pumpenkolben 20 jedes Pumpenelements 14 stützt sich mit seinem Kolbenfuß 21 über ein Stützelement 24 am Ring 18 ab. Der Kolbenfuß 21 kann dabei durch eine Feder 26, die sich einerseits am Gehäuse 10 und andererseits über einen Federteller 23 am Stützelement 24 abstützt, in Anlage am Stützelement 24 und über dieses am Ring 18 gehalten werden.  
20 Das Stützelement 24 kann beispielsweise als Stützplatte oder als Stößel ausgebildet sein.

Durch den jeweiligen Pumpenkolben 20 wird ein Pumpenarbeitsraum 28 begrenzt, der durch ein in den Pumpenarbeitsraum 28 öffnendes Einlassventil 30 mit einer Kraftstoffzuführung verbindbar ist, in der Niederdruck herrscht. Der Pumpenarbeitsraum 28 ist außerdem durch ein zum Speicher hin öffnendes Auslassventil 32 mit dem Speicher verbindbar. Bei der Rotation der Antriebswelle 12 wird der Pumpenkolben 20 über den exzentrischen Wellenabschnitt 16 der Antriebswelle 12 und den Ring 18, der sich nicht mit der Antriebswelle 12 mitdreht, in einer Hubbewegung angetrieben.  
30 Wenn der Pumpenkolben 20 sich radial nach innen bewegt, so führt dieser einen Saughub aus, wobei das Einlassventil 30 geöffnet ist, so dass Kraftstoff in den Pumpenarbeitsraum 28

einströmt, während das Auslassventil 32 geschlossen ist.  
Wenn der Pumpenkolben 20 sich radial nach außen bewegt, so  
führt dieser einen Förderhub aus, wobei das Einlassventil 30  
geschlossen ist und der vom Pumpenkolben 20 verdichtete  
5 Kraftstoff durch das geöffnete Auslassventil 32 unter hohem  
Druck in den Speicher gelangt.

Der Ring 18 weist entsprechend der Anzahl der Pumpenelemente  
10 14 an seiner Außenseite Abflachungen 34 auf, an denen das  
jeweilige Stützelement 24 anliegt. Während des Betriebs der  
Hochdruckpumpe werden der Ring 18 und die Stützelemente 24  
durch die zyklische Belastung und Entlastung der  
Pumpenkolben 20 bei deren Förderhub und Saughub schwingend  
belastet, indem unterschiedlich hohe Druckkräfte im  
15 Kontaktbereich zwischen den Stützelementen 24 und dem Ring  
18 wirken. Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die durch die  
Hochdruckpumpe geförderte Kraftstoffmenge an den Bedarf der  
Brennkraftmaschine angepasst werden kann. Hierzu kann der  
Zulauf von Kraftstoff in die Pumpenarbeitsräume 28 derart  
20 begrenzt werden, dass diese nur teilweise befüllt werden.  
Dies kann beispielsweise mittels einer Saugdrosselung im  
Zulauf zu den Pumpenarbeitsräumen 28 erfolgen. Bei einer  
Teilbefüllung der Pumpenarbeitsräume 28 treten zusätzlich  
schlagende Belastungen des Rings 18 und der Stützelemente 24  
auf, da die Kraftstoffförderung und damit die Druckbelastung  
des Rings 18 und der Stützelemente 24 erst nach einem  
teilweisen Leerhub der Pumpenkolben 20 erfolgt.

Auf den Ring 18 ist an seiner Außenseite zumindest an den  
30 Abflachungen 34, die den Kontaktbereich zu den  
Stützelementen 24 darstellen, eine Festschmierstoffschicht  
40 aufgebracht. Der Ring 18 weist außerdem an seiner  
Außenseite zumindest an den Abflachungen 34 und damit im  
Kontaktbereich zu den Stützelementen 24 eine Vielzahl von  
35 Mikrovertiefungen 42 auf, die in den Figuren 3 bis 6

vergrößert dargestellt sind. Der Ring 18 besteht vorzugsweise aus Stahl.

Die Mikrovertiefungen 42 können beispielsweise wie in Figur 5 dargestellt als Näpfchen ausgebildet sein, die gleichmäßig oder unregelmäßig verteilt über die Fläche der Abflachungen 34 des Rings 18 angeordnet sind. Die Mikrovertiefungen 42 können alternativ auch wie in Figur 4 dargestellt als zumindest annähernd gerade verlaufende Nuten ausgebildet sein, die in Längsrichtung oder Querrichtung oder mit beliebiger anderer Orientierung über die Fläche der Abflachungen 34 des Rings 18 verlaufen. Die Mikrovertiefungen 42 können alternativ auch wie in Figur 5 dargestellt als sich überkreuzende Nuten ausgebildet sein, die über die Fläche der Abflachungen 34 des Rings 18 verlaufen. Die Mikrovertiefungen 42 können weiterhin alternativ auch wie in Figur 6 dargestellt als zumindest annähernd kreissegmentförmig verlaufende Nuten ausgebildet sein, die zumindest annähernd konzentrisch zueinander verlaufend über die Fläche der Abflachungen 34 des Rings 18 verteilt angeordnet sind. Es kann auch eine Kombination der vorstehend erläuterten unterschiedlichen Ausführungen der Mikrovertiefungen 42 verwendet werden.

Die Mikrovertiefungen 42 weisen vorzugsweise eine Tiefe von etwa 2 bis 30 µm, eine Breite von etwa 15 bis 30 µm und sind in einem Abstand von etwa 30 bis 150 µm voneinander angeordnet. Die Mikrovertiefungen 42 können mittels bekannter Bearbeitungsverfahren wie beispielsweise Laserfertigung, Hartdrehen, Funkenerosion oder lithographischer Verfahren in die Fläche der Abflachungen 34 des Rings 18 eingebbracht werden.

Die Festschmierstoffschicht 40 ist auf die Fläche der Abflachungen 34 des Rings 18 aufgebracht und kann die gesamte Fläche, also nicht nur die Mikrovertiefungen 42

sondern auch die zwischen diesen liegenden erhabenen Bereiche bedecken. In der Oberfläche der Festschmierstoffschicht 40 können dabei die Mikrovertiefungen 42 entsprechend als Vertiefungen abgebildet sein. In den Vertiefungen der Festschmierstoffschicht 40 kann sich Kraftstoff sammeln, durch den die Schmierung zwischen dem Ring 18 und den Stützelementen 24 verbessert wird. Zu Beginn des Betriebs der Hochdruckpumpe ist dabei zwischen den Kontaktbereichen des Rings 18 und der Stützelemente 24 die Festschmierstoffschicht 40 vorhanden und erleichtert das Einlaufen der Hochdruckpumpe, wobei die Festschmierstoffschicht 40 jedoch während des Betriebs der Hochdruckpumpe abgetragen wird. Nach einer gewissen Betriebsdauer der Hochdruckpumpe ist die Festschmierstoffschicht 40 nur noch in den Mikrovertiefungen 42 vorhandenen. Bei weiterem Verschleiß des Rings 18 tritt ständig weiterer Festschmierstoff aus den Mikrovertiefungen 42 aus und verbessert die Schmierung zwischen dem Ring 18 und den Stützelementen 24. Die Dicke der Festschmierstoffschicht 40 beträgt in deren Ausgangszustand beispielsweise zwischen 10 µm und 20 µm.

Es kann auch vorgesehen sein, dass zuerst die Festschmierstoffschicht 40 auf den Ring 18 aufgebracht wird und anschließend die Mikrovertiefungen 42 hergestellt werden. In diesem Fall befindet sich kein Festschmierstoff in den Mikrovertiefungen 42, diese haben jedoch den Effekt, dass sich in diesen Kraftstoff sammelt, der die Schmierung zwischen dem Ring 18 und den Stützelementen 24 verbessert.

Alternativ kann auch vorgesehen sein, dass die Festschmierstoffschicht 40 nur in die Mikrovertiefungen 42 eingebracht wird und die zwischen diesen liegenden erhabenen Bereiche keine Festschmierstoffschicht 40 aufweisen. Während des Betriebs der Hochdruckpumpe tritt dann aufgrund des

vorhandenen Verschleisses ständig Festschmierstoff aus den  
Mikrovertiefungen 42 aus und verbessert die Schmierung  
zwischen dem Ring 18 und den Stützelementen 24. Es kann auch  
vorgesehen sein, dass die Festschmierstoffsicht 40 die  
5 Mikrovertiefungen 42 in Richtung von deren Tiefe nur  
teilweise ausfüllt. In diesem Fall kann sich zu Beginn des  
Betriebs der Hochdruckpumpe in den Mikrovertiefungen 42  
Kraftstoff sammeln, durch den die Schmierung zwischen dem  
Ring 18 und den Stützelementen 24 verbessert wird. Mit  
10 zunehmender Betriebsdauer der Hochdruckpumpe verringert sich  
aufgrund des Verschleisses die Tiefe der Mikrovertiefungen  
42, so dass aus diesen allmählich der Festschmierstoff  
austritt und dann die Schmierung zwischen dem Ring 18 und  
den Stützelementen 24 verbessert.

15 Die Festschmierstoffsicht 40 besteht aus einem  
Bindermaterial, in das Festschmierstoffpartikel eingelagert  
sind. Die Festschmierstoffsicht 40 kann beispielsweise in  
Form eines flüssigen Lacks oder mit anderen bekannten  
20 Applikationstechniken auf den Ring 18 aufgebracht werden.  
Das Bindermaterial kann aus organischen oder anorganischen  
Verbindungen bestehen. Die Verwendung anorganischer  
Verbindungen für das Bindermaterial bietet gegenüber  
organischen Verbindungen den Vorteil einer höheren  
Temperaturbeständigkeit. Die Verwendung organischer  
Verbindungen für das Bindermaterial bietet gegenüber  
anorganischen Verbindungen den Vorteil einer besseren  
Korrosionsbeständigkeit. Die Auswahl des Bindermaterials  
orientiert sich an den Anforderungen hinsichtlich  
30 Temperaturbeständigkeit und Kraftstoffbeständigkeit. Die  
Festschmierstoffpartikel liegen im Bindermaterial  
gleichmäßig als Partikel in einer Größe von wenigen  $\mu\text{m}$ ,  
vorzugsweise zwischen etwa 3 und 8  $\mu\text{m}$  Durchmesser vor. Als  
Festschmierstoffe können insbesondere Polytetrafluorethylen  
35 oder Graphit oder Molybdändisulfid verwendet werden, wobei  
auch eine Mischung aus diesen Stoffen verwendet werden kann.

Eine Mischung aus Polytetrafluorethylen und Molybdändisulfid ermöglicht einen geringen Reibwert zwischen dem Ring 18 und den Stützelementen 24.

5       Zur Optimierung der Haftung der Feststoffsenschicht 40 am Ring 18 kann eine chemische Vorbehandlung der Oberfläche des Rings 18 erfolgen, beispielsweise ein Phosphatieren, wodurch eine haftvermittelnde Zwischenschicht 44 erzeugt wird. Diese Zwischenschicht ist derart aufzubringen, dass durch diese die Mikrovertiefungen 42 nicht eingeebnet werden. Die Dicke der Zwischenschicht sollte maximal etwa 10      20% der Tiefe der Mikrovertiefungen 42 betragen..

15      Alternativ oder zusätzlich zum Ring 18 können auch die Stützelemente 24 in ihrem Kontaktbereich mit dem Ring 18 mit einer entsprechenden Feststoffsenschicht 40 und Mikrovertiefungen 42 versehen sein wie vorstehend beschrieben.

05.11.2002 Gu/Os

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Ansprüche

- 10 1. Hochdruckpumpe für eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung einer Brennkraftmaschine, mit einer Antriebswelle (12), mit wenigstens einem Pumpenelement (14), das einen durch die Antriebswelle (12) in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben (20) aufweist, wobei auf einem exzentrisch zu deren Drehachse (13) angeordneten Abschnitt (16) der Antriebswelle (12) ein Ring (18) drehbar gelagert ist, auf dem sich der Pumpenkolben (20) über ein Stützelement (24) abstützt, dadurch gekennzeichnet, dass der Ring (18) und/oder das Stützelement (24) zumindest in deren Kontaktbereich eine Vielzahl von Mikrovertiefungen (42) aufweist und dass am Ring (18) und/oder am Stützelement (24) zumindest in deren Kontaktbereich eine Feststoffschmierschicht (40) aufgebracht ist.
- 20 2. Hochdruckpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrovertiefungen (42) eine Tiefe von etwa 2 bis 30 µm und/oder eine Breite von etwa 15 bis 30 µm und/oder einen Abstand voneinander von etwa 30 bis 150 µm aufweisen.
- 30 3. Hochdruckpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrovertiefungen (42) in Form von Näpfchen ausgebildet sind.
- 35 4. Hochdruckpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrovertiefungen (42) in Form von Nuten ausgebildet sind.

5. Hochdruckpumpe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Nuten überkreuzen.
- 10 6. Hochdruckpumpe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, die Nuten zumindest annähernd kreissegmentförmig ausgebildet sind.
- 15 7. Hochdruckpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Festschmierstoffschicht (40) Polytetrafluorethylen und/oder Graphit und/oder Molybdändisulfid enthält.
- 20 8. Hochdruckpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Festschmierstoffschicht (40) ein Bindermaterial aufweist, in dem Festschmierstoffpartikel gleichmäßig verteilt eingelagert sind.
9. Hochdruckpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Oberfläche des Rings (18) und/oder des Stützelements (24) und der Festschmierstoffschicht (40) eine haftvermittelnde Zwischenschicht (44) angeordnet ist.

05.11.2002 Gu/Os

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Hochdruckpumpe für eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung einer  
Brennkraftmaschine

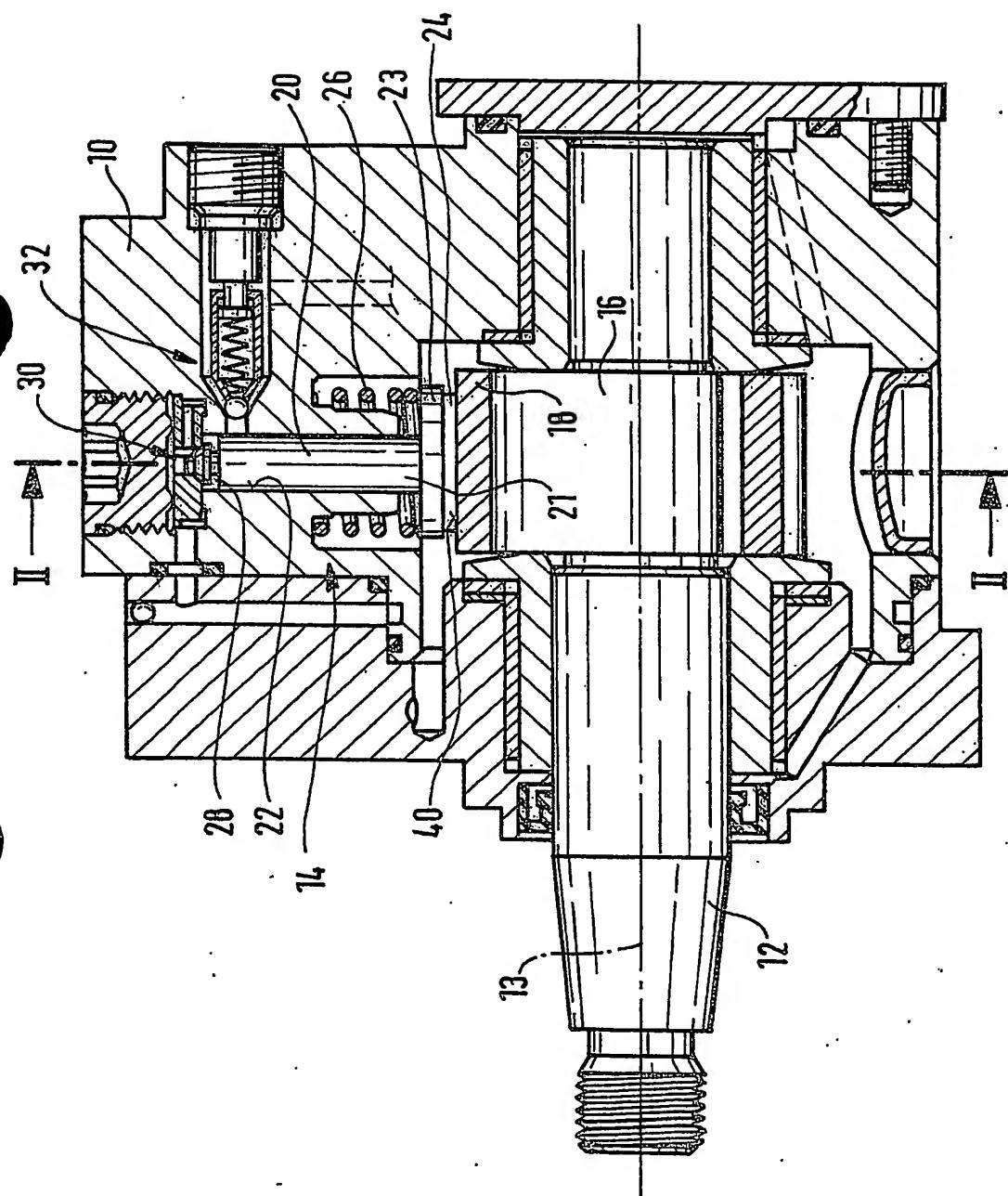
10

Zusammenfassung

Die Hochdruckpumpe weist eine Antriebswelle (12) und  
wenigstens ein Pumpenelement (14) auf, das einen durch die  
Antriebswelle (12) in einer Hubbewegung angetriebenen  
Pumpenkolben (20) aufweist, wobei auf einem exzentrisch zu  
den Drehachse (13) angeordneten Abschnitt (16) der  
Antriebswelle (12) ein Ring (18) drehbar gelagert ist, auf  
dem sich der Pumpenkolben (20) über ein Stützelement (24)  
abstützt. Der Ring (18) und/oder das Stützelement (24) weist  
zumindest in deren Kontaktbereich eine Vielzahl von  
Mikrovertiefungen (42) auf und am Ring (18) und/oder am  
Stützelement (24) ist zumindest in deren Kontaktbereich eine  
Feststoffsenschmierschicht (40) aufgebracht.

1/3

FIG. 1



2 / 3

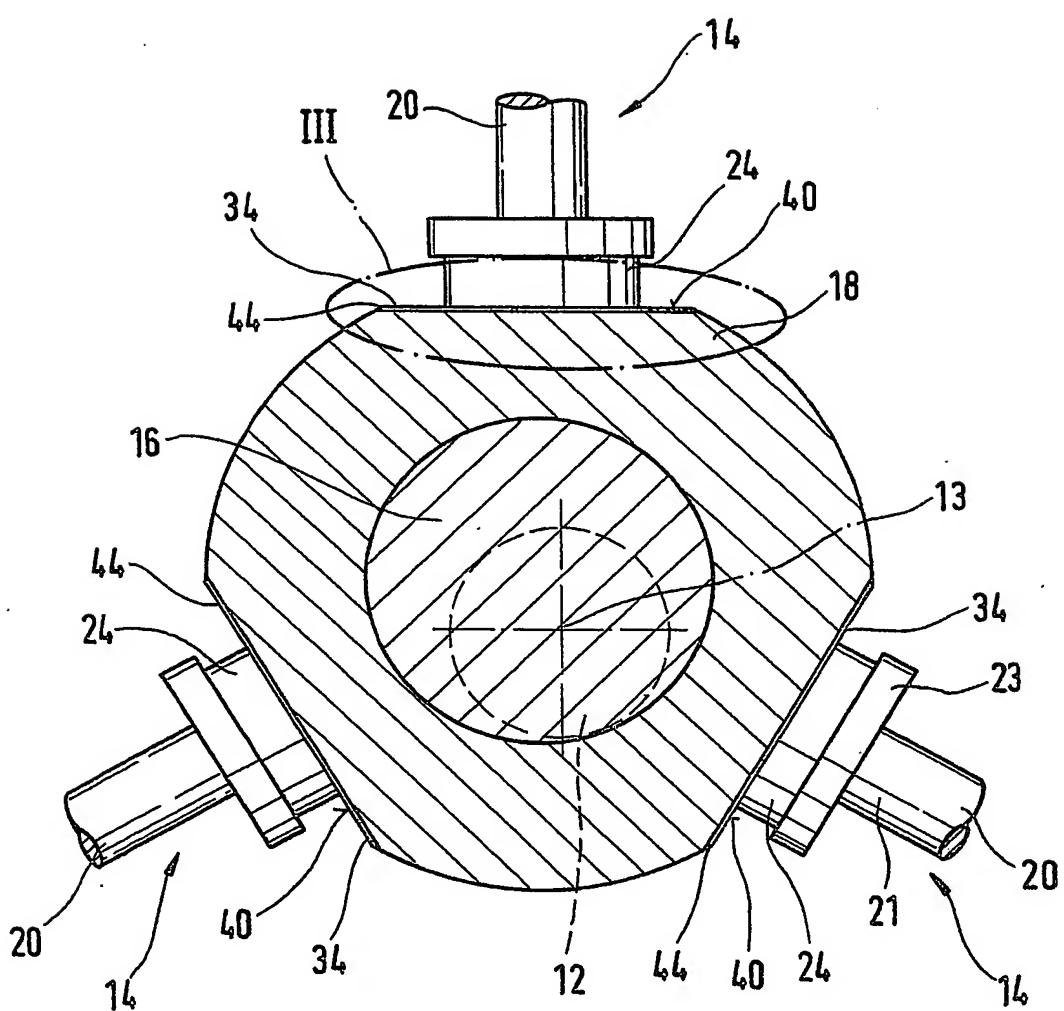


FIG.2

3 / 3

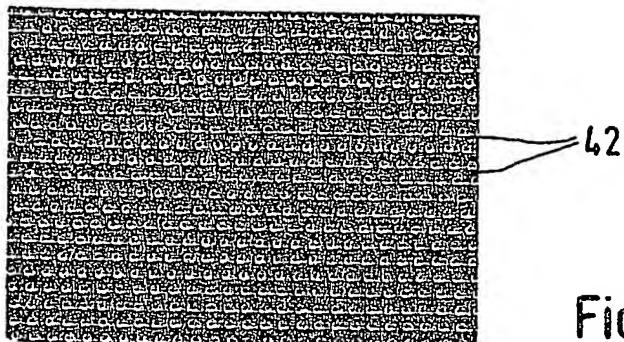


Fig.3

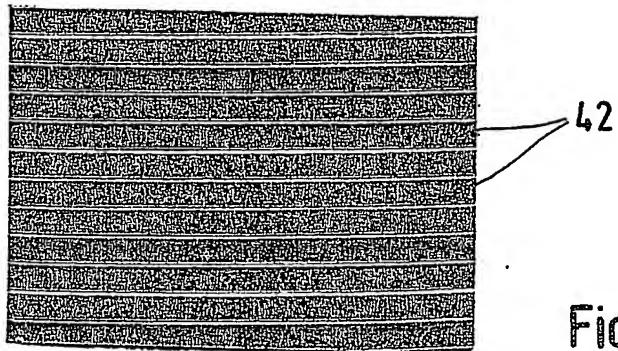


Fig.4

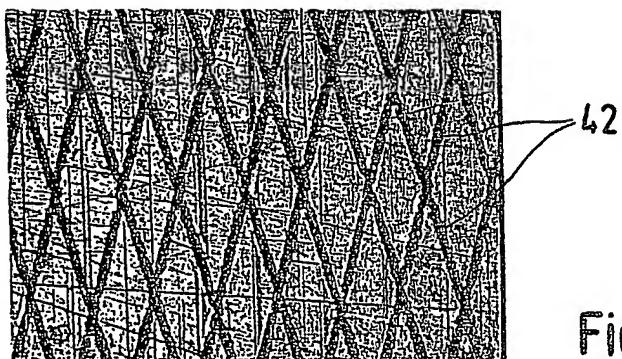


Fig.5

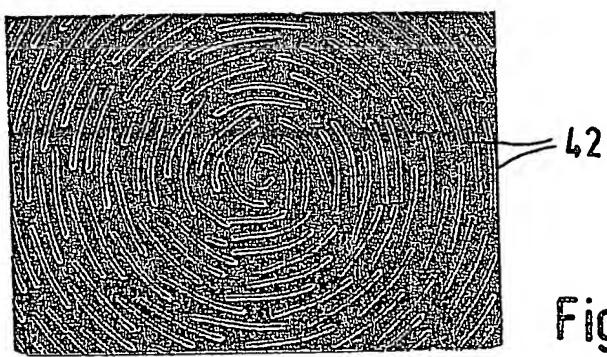


Fig.6

BEST AVAILABLE COPY

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**